

## Odciski galaktycznych ramion

Sherlock Holmes zwykł uzyskiwać zastanawiająco dużo informacji o swoich klientach lub przeciwnikach na podstawie obserwacji ich powierzchowności. Jego wyczyny wypadają jednak dość blado w porównaniu z osiągnięciami niektórych współczesnych badaczy zajmujących się szeroko pojętą historią Ziemi. Z fragmentu zęba potrafią oni wyczarować nowy gatunek dinozaura, a z jednego meteorytu odtworzyć globalną katastrofę. Ich zdolności wydają się czasami wręcz podejrzaną. Przynajmniej dla zwykłych „Watsonów”. Holmes zawsze jednak potrafił wytłumaczyć swojemu przyjacielowi, że ta tajemniczość jest pozorna, a wszystko polega na prostej, acz konsekwentnej dedukcji. Niestety, nie dość, że Sherlock był postacią literacką, to od dawna nie żyje. Gdy nie jesteśmy w stanie sami prześledzić wszystkich niuansów danej publikacji naukowej, pozostaje nam polegać na recenzentach renomowanych czasopism i ostrym piórze oponentów.

Po tym *entrée* możemy przejść do dania głównego.

W najbardziej renomowanym periodyku fizycznym – *Physical Review Letters* – ukazał się artykuł [1], w którym autor odnajduje ślady przechodzenia Układu Słonecznego przez ramiona Galaktyki w zapisie sumarycznej ekspozycji na promieniowanie kosmiczne kilkudziesięciu meteorytów, pochodzących z ostatniego miliarda lat. Podnosi także możliwość związku tak zarejestrowanej historii intensywności promieniowania kosmicznego ze zlodowaceniami.

Praca zaczyna się od opisu konstrukcji modelu dyfuzji galaktycznego promieniowania kosmicznego. Jako główne (w istocie jedyne) źródło tego promieniowania przyjmuje się pozostałości po supernowych. Te zaś są ostatnim stadium burzliwego żywota masywnych gwiazd, które powstają przede wszystkim w gwiazdowym tłoku galaktycznych ramion. Z tego względu poziom docierającego do Ziemi promieniowania kosmicznego powinien być najwyższy, gdy Układ Słoneczny przebywa wewnątrz takiego ramienia. Obecnie znajdujemy się w tzw. odnodze Oriona, która jest mniej więcej w połowie tak gęsta jak główne ramiona. Oczekiwany poziom promieniowania kosmicznego zmienia się w opisywanym modelu od 25% do 135% obecnego poziomu, ze średnią wynoszącą 76% tego poziomu. Po przyjęciu dobrze udokumentowanych założeń jedynym wolnym parametrem modelu pozostaje prędkość kątowna Układu Słonecznego względem galaktycznych ramion. Rozkład prędkości ramion galaktycznych nie został jeszcze jednoznacznie ustalony. Jeżeli prawdziwy jest jednak pogląd większości specjalistów, że struktura ramion jest przejawem fali gęstości, to nasza kątowna prędkość względna powinna wynosić  $9,1 \pm 2,4$  km/(s · kpc).

Najważniejszą częścią pracy [1] jest analiza historycznego zapisu poziomu promieniowania kosmicznego. W tym celu użyto kompilacji danych dotyczących datowania żelaznych meteorytów za pomocą stosunku  $^{41}\text{K}/^{40}\text{K}$ , który mierzy sumaryczną ekspozycję danego meteorytu na promieniowanie kosmiczne. Jeżeli strumień

promieniowania kosmicznego byłby stały, to rozkład tak określonego wieku meteorytów powinien być jednostajny. W przeciwnym przypadku liczba znalezionych meteorytów powinna być większa w okresach niskiego poziomu promieniowania, odpowiadającym zwolnieniu „zegara potasowego” oraz mniejsza w okresach wysokiego poziomu promieniowania. I taką właśnie modulację, z okresem  $143 \pm 10$  milionów lat, obserwuje się. Odpowiada ona dopasowanej względnej prędkości kątownej Układu Słonecznego równej  $11,0 \pm 0,8$  km/(s · kpc), a więc zgodnej z niezależnymi oszacowaniami.

Ostatnio coraz wyraźniej widać, że wartość strumienia promieniowania kosmicznego ma wpływ na średnią temperaturę Ziemi. Najbardziej udokumentowanym związkiem przyczynowo-skutkowym jest wpływ tego promieniowania na intensywność tworzenia się chmur [2]. Relatywnie szybkie zmiany tego strumienia związane są z aktywnością Słońca. Silny wiatr słoneczny osłabia docierający do Ziemi strumień promieniowania. Szacuje się, że wzrost strumienia o 1% powoduje spadek średniej temperatury o 0,13 K. W takim razie różnice powodowane przechodzeniem przez ramiona galaktyki powinny powodować zmianę temperatury od +10 K do –5 K, co wystarcza do wywołania zlodowaceń. Niestety, okresów, w których występowały zlodowacenia, nie znamy zbyt dokładnie. Przeprowadzając jednak korelację między „najlepszą wiedzą” o zlodowaceniach a przewidywaną wariacją strumienia promieniowania, autor pracy [1] ponownie znajduje wysoki stopień zgodności, pozwalający na wyznaczenie względnej prędkości Układu Słonecznego na poziomie  $10,9 \pm 0,25$  km/(s · kpc). W dodatku uznanie promieniowania kosmicznego za przyczynę powstawania zlodowaceń pozwala na zrozumienie braku ich występowania w okresie od jednego do dwóch miliardów lat temu. Szacuje się mianowicie, że okresowi bez zlodowaceń odpowiada istotny spadek szybkości formowania się gwiazd w naszej Galaktyce, a więc osłabienie strumienia promieniowania i w konsekwencji ocieplenie klimatu Ziemi.

Artykuł kończy się stwierdzeniem, że jeżeli obserwowane zależności nie są wyjątkowo szczęśliwą, przypadkową koincydencją, to potrzebne jest lepsze zrozumienie przyczynowo-skutkowego związku między promieniowaniem a średnią temperaturą Ziemi. Ostatnio [2] zastanawiający wydawał się wpływ promieniowania tylko na intensywność formowania się niskich chmur, podczas gdy silniejsza jonizacja, która miałaby powodować nukleację chmur, występuje w górnych warstwach atmosfery. Wydaje się, że odpowiedź na tę zagadkę mógł znaleźć F. Yu [3], który twierdzi, że w wyższych warstwach atmosfery wysoka jonizacja powoduje szybką rekombinację niwelującą wpływ promieniowania na szybkość tworzenia się chmur wysokich.

Co o tym sądzisz, Watsonie?

Piotr ZALEWSKI

[1] Nir J. Shaviv, *Cosmic Ray Diffusion from the Galactic Spiral Arms, Iron Meteorites, and a Possible Climatic Connection*, Phys. Rev. Lett. **89**(2002)051102

[2] *Aktualności*, Delta 2/2001, str. 7

[3] *New Scientist*, 10.8.2002, str. 15